

多角的視点で挑む坑道調査

株式会社アサノ大成基礎エンジニアリング ○中道 翔太郎、八巻 翔太、福嶋 夏紀、高崎 汐織

1. はじめに

九州地方の筑豊炭田は日本最大の炭田地帯であり、1976年に最後の炭鉱が閉山している。

地下採掘による主な鉱害は、1) 地表沈下現象（盆状沈下、浅所陥没）、2) 古洞水（坑道跡が帯水層となり、強酸性の被圧地下水が溜まる）、3) ボタ（石炭ズリ、発火、コンクリートの腐食）が知られている。特に浅所陥没は現在でも突発的に発生し、地表面の陥没、建設工事の支障の原因となる。

本業務は造成予定地における坑道跡（古洞）の調査、解析を行い、造成後に坑道跡が地表面に及ぼす影響を評価した。

2. 調査方法・調査結果

(1) 資料調査

・ヒアリング（経産省、歴史資料館）

経産省、歴史資料館より、炭鉱図、坑道資料等を入手、現況図との重ね合わせを行い、坑道位置の推定を行った。

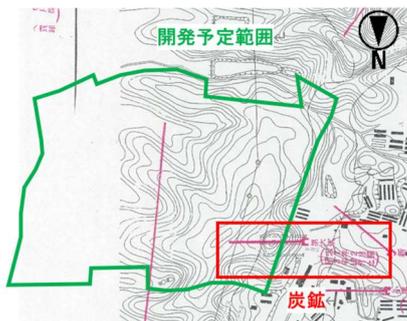


図1 重ね合わせ結果図

・現地踏査

資料調査結果から坑口を探したが発見できなかったが、周辺には浅所陥没の影響とみられる陥没跡が確認された。

現地露頭の走向傾斜はおおよそ東向き 20° 傾斜（石炭層の傾斜と同じ）が確認された。

(2) ボーリング調査

本業務では、発注者から関係者への説明の課題として、プレゼン対象が専門家ではないため、専門用語を並べた説明資料や報告書で理解を得ることは難しく、より直観的に理解頂くための成果の可視化が必要であった。

本業務では三次元地盤モデルを作成し、地質構造等を直観的に理解しやすい成果を作成することを提案し、発注者と協議の上でボーリング位置を選定した。

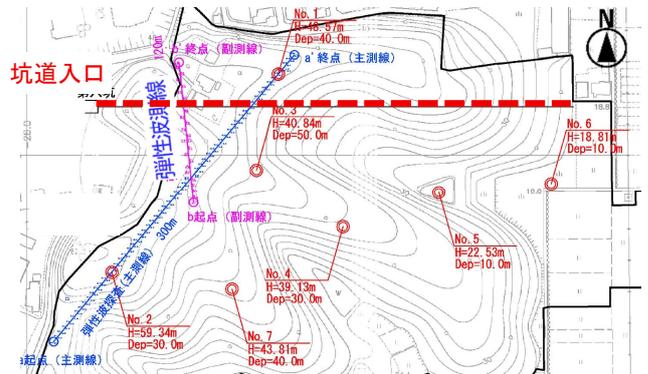


図2 調査位置図



写真1 本業務のボーリングコア

※砂岩、泥岩、黒色部が石炭層

(3) 弾性波探査（屈折法地震探査）

坑道の有無を広域で確認するために2測線で実施した。浅所には坑道や坑道による緩みは明瞭には確認されなかった。

(4) 結果

直接的に坑道跡は確認されなかった。

3. 三次元地盤モデル、二次元 FEM 解析

(1) 三次元地盤モデル

ボーリング結果から二次元断面図を作成し、それを元に三次元地盤モデル（サーフェイスモデル・ソリッドモデル）を作成した。

地盤傾斜は現地踏査結果や広域地質図から東方向 20° 傾斜とした。

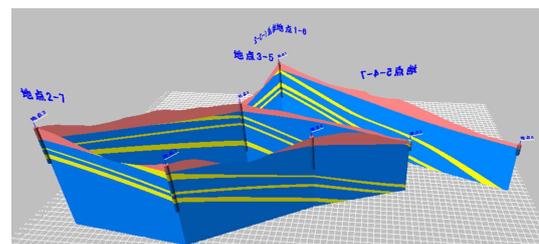


図3 パネルダイアグラム（サーフェイスモデル）

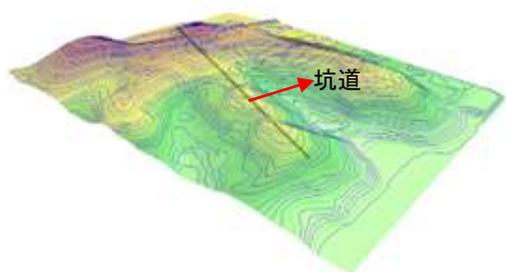


図 4 地表面及び坑道(サーフェスモデル)

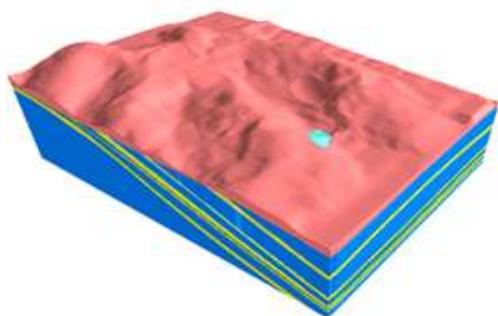


図 5 ソリッドモデル

(2) 二次元 FEM 解析

・目的

調査では浅所における坑道の形跡は確認できなかったが、坑道が存在した場合を想定し、解析により安全性を検証した。

・坑道跡(斜坑)が地表面に影響を及ぼす範囲

研究成果¹⁾によれば、坑道跡が陥没や沈下などの影響を及ぼす深度はおおよそ 30m 程度が上限であるとされている。造成した時に坑道跡が土被り 30m 未満の範囲での程度の変位が生じるか解析を行った。

・坑道形状の推定

坑道の形状、大きさはヒアリングで得られた訓練坑道トンネルの写真を用い、一般的な軌道幅(762mm)から形状、大きさを推定した。



写真 2 訓練坑道の写真

・解析結果

結果としては、水平変位は最大で 0.07mm 程度、鉛直変位は最大で隆起側に 0.52mm 程度とほぼ変位は生じない結果が得られた。

したがって、造成後に坑道跡が地表面に与える影響はないと評価した。

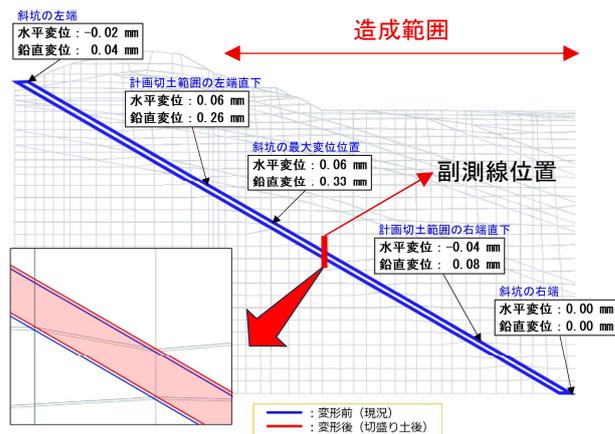


図 6 坑道(斜坑)FEM 解析結果(主測線)

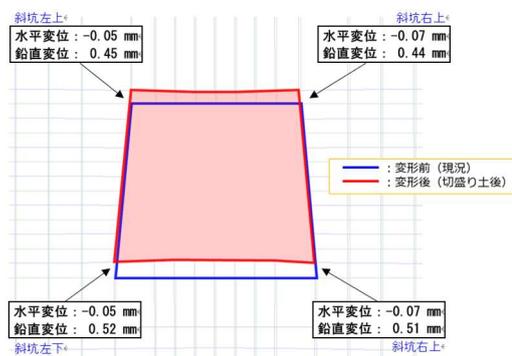


図 7 坑道(斜坑)FEM 解析結果(副測線)

4. 最後に

・顧客への説明(プレゼン)・反応

三次元地盤モデルを使用した説明は好感触であり、本件は関係者の理解を得ることができた。また、発注者の信頼が得られ、様々な問い合わせ、他業者への紹介等の機会を頂けるようになった。

《引用・参考文献》

- 1) 「産炭地域地盤等調査報告書-浅所陥没とその対策」(1972 年)